

PAT-NO: JP02000204479A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2000204479 A

TITLE: FORMATION OF THREE-DIMENSIONAL DEVICE STRUCTURE

PUBN-DATE: July 25, 2000

INVENTOR-INFORMATION:

|                  |         |
|------------------|---------|
| NAME             | COUNTRY |
| KONISHI, SATOSHI | N/A     |

ASSIGNEE-INFORMATION:

|             |         |
|-------------|---------|
| NAME        | COUNTRY |
| RITSUMEIKAN | N/A     |

APPL-NO: JP11007503

APPL-DATE: January 14, 1999

INT-CL (IPC): C23C018/18, H01L021/288

ABSTRACT:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a method for forming a three-dimensional device structure by which a three-dimensional device structure is efficiently formed even when a face on which the structure is formed is sterical.

**SOLUTION:** A stage for plotting a desired pattern on an object 1 to be coated with a film with an insulator soln., heating and drying the soln. to selectively form an insulating film 4 and a stage for plotting a desired pattern with a silane coupling agent, heating and drying the soln. to activate the surface and selectively forming a metallic film 5 by chemical plating are performed with a specified combination and order. At least a part of the insulating film 4 or the metallic film 5 is removed in a specified stage.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1]A process of forming an insulator layer selectively by drawing and drying [ heat and ] an insulator solution by a desired pattern to a subject for membranes to be formed, A formation method of three-dimensional device structure which draws by a pattern of a request of a silane coupling agent solution, and is characterized by performing a process of forming a metal membrane selectively by making it heating and drying, and surface activity-ization's processing and carrying out chemical plating, in predetermined combination and order.

[Claim 2]A formation method of the three-dimensional device structure according to claim 1 or 2 removing at least some of said insulator layers or metal membranes on a specified stage story.

[Claim 3]When a forming face in which said insulator layer and a metal membrane are formed draws and heats a semiconductor high concentration dispersing-agent solution which contains a dopant on a specified stage story by a desired pattern to a subject which comprised a semiconductor for membranes to be formed, A formation method of the three-dimensional device structure according to claim 1 or 2 diffusing said dopant selectively in a semiconductor.

[Claim 4]Claims 1 thru/or 3, wherein a forming face in which an insulator layer and a metal membrane of said subject for membranes to be formed are formed is three-dimensional are the formation methods of three-dimensional device structure of a statement either.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention relates to the formation method of the three-dimensional device structure which forms three-dimensional device structure in subjects, such as a semiconductor substrate, for membranes to be formed, for example.

[0002]

[Description of the Prior Art]Remarkable development of device technology in recent years serves as a driving force of the electronic equipment development supporting an information society. A photolithography (photoetching method) is used for pattern formation which plays an important role in the mounting stage of such a device, such as wiring or an electrode, from the former in many cases.

[0003]It is (1) when forming the pattern of a metal membrane in subjects, such as a semiconductor substrate, for membranes to be formed, using this photolithography. The process of forming a metal membrane in the whole forming face of a subject for membranes to be formed with sputtering process, a vacuum deposition method, etc., (2) The process of forming photoresist in the whole field of a metal membrane by the spin coating method etc., (3) The process developed after making photoresist expose ultraviolet rays through a photo mask, and (4) After forming the pattern of a metal membrane by etching, sequential execution of the process of removing the photoresist which remained is carried out.

[0004]Also when forming the pattern of an insulator layer, sequential execution of the almost same process as the above is carried out.

[0005]Thus, when forming a three-dimensional pattern in a subject for membranes to be formed with an insulator layer and a metal membrane, the above photolithographies are used about each of the pattern formation of an insulator layer, and the pattern formation of a metal membrane in many cases.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]However, if the photolithography was used for the pattern formation of an insulator layer and a metal membrane, respectively, there is a problem that a process is complicated and a manufacturing cost is high.

[0007]To use of a photolithography, the forming face for which the insulator layer and metal membrane of a subject for membranes to be formed are formed is restricted, a flat surface or when a flat surface is almost superficial, When a forming face has the shape [ three-dimensional for example, ] where the internal surface of a shell or a box, etc. became intricate etc., there is a problem that pattern formation is impossible.

[0008]This invention is made in view of the above problems, and is a thing.

The purpose can be efficiently formed in a subject for membranes to be formed, and it is providing the formation method of the three-dimensional device structure which can be formed even when a forming face's is three-dimensional.

[0009]

[Means for Solving the Problem]A place made into a means for attaining the above-mentioned purpose, A process of forming an insulator layer selectively by making the 1st drawing and drying [ heat and ] an insulator solution by a desired pattern to a subject for membranes to be formed, It is in performing a process of forming a metal membrane selectively, in predetermined combination and order by heating and drying [ draw and ] a silane coupling agent solution by a desired pattern, and surface activity-ization's processing, and carrying out chemical plating.

[0010]It is in removing at least some of said insulator layers or metal membranes on a specified stage story to the 2nd.

[0011]When a forming face by which said insulator layer and a metal membrane are formed in the 3rd draws and heats a semiconductor high concentration dispersing-agent solution which contains a dopant on a specified stage story to a subject which comprised a semiconductor for membranes to be formed by a desired pattern, it is in diffusing said dopant selectively in a semiconductor.

[0012]It is in a forming face by which an insulator layer and a metal membrane of said subject for membranes to be formed are formed in the 4th being three-dimensional.

[0013]

[Embodiment of the Invention]Hereafter, the embodiment of this invention is described based on a drawing. Drawing 1 is a key map of an example of a micro printing process used by 1st and 2nd embodiments. As for one in drawing 1, an ink-jet printer and 3 are injectors a subject for membranes to be formed and 2.

[0014]As shown in drawing 2 and drawing 3, the formation method of the three-dimensional

device structure concerning a 1st embodiment, For example, using the micro printing process shown in drawing 1 to the forming face 1a of the subject 1 for membranes to be formed. An insulator solution is drawn by a desired pattern by the proper drawing means of ink-jet printer 2 grade, After forming the insulator layer 4 selectively by making it heat and dry, as this insulator layer 4 is straddled from on this insulator layer 4, a silane coupling agent solution is drawn by a desired pattern by a drawing means, It is made to heat and dry, and by surface activity-ization's processing and carrying out chemical plating, the metal membrane 5 is formed so that it may be alternative and said insulator layer 4 may be straddled.

[0015]That is, an insulator solution is first drawn by a desired pattern by a drawing means to the forming face 1a of the subject 1 for membranes to be formed.

[0016]The device with which the pattern besides the device with which proper patterns, such as an electrode or wiring, are for example already formed as said subject 1 for membranes to be formed is not formed, or the thing which serves as a device by forming the pattern of said insulator layer 4 and metal membrane 5 grade is mentioned.

[0017]As said device, an electron device, a mechanical device, an electronic machine (mechatronics) device, etc. are mentioned, for example.

[0018]The hard, half-rigid, or flexible substrate etc. of the various kinds containing plastic plates etc. which consist of a semiconductor substrate, glass, alumina, earthenware, etc. which consist of silicon, germanium, gallium arsenide, etc. as said electron device, for example, such as a ceramic substrate and a flexible substrate, are mentioned.

[0019]As said mechanical device or an electromechanical device, For example, semiconductor sensors and electric switches, such as a pressure sensor, a microphone, an acceleration sensor, and a gyroscope, Or bio devices, such as fluid devices, such as optical devices, such as a photosensor, an optical switch, and an optical mirror, a valve, a pump, agitating equipment, and a flow instrument, a biosensor, a cell manipulation device, and a nerve-stimulus device, etc. are mentioned.

[0020]As said insulator, ceramics, such as synthetic resins, such as photoresist and polyimide, glass, silica, and silicon nitride, etc. are mentioned, for example. What is necessary is just to adjust the solution of this insulator to the viscosity which is a grade in which the pattern after drawing does not collapse with a proper solvent.

[0021]As said drawing means, everything but the ink-jet printer 2, for example, the probe etc. by which position control was carried out, is mentioned. When drawing, the original picture of the pattern is beforehand created by CAD (Computer Aided Design) etc., What is necessary is just to draw to the forming face 1a of the subject 1 for membranes to be formed with the probe etc. which were controlled by the ink-jet printer 2 or a computer etc. which connected this pattern to the computer etc.

[0022]If it is made to heat and dry after drawing a pattern, a solvent will be removed and the

insulator layer 4 will be formed selectively. When the photoresist of a negative mold is being used, ultraviolet rays may be made to expose further here if needed.

[0023]Next, it draws by the pattern of a request of a silane coupling agent solution like the above. What is necessary is just to adjust the viscosity of the silane coupling agent solution also in this case, to such an extent that the pattern after drawing does not collapse. Although the thing of amino \*\* is preferred as this silane coupling agent, other silane coupling agents may be used.

[0024]here, in order to form three-dimensional device structure using said insulator layer 4, this insulator layer 4 is straddled from on the insulator layer 4 -- or a wrap -- or it crosses with the longitudinal direction and predetermined angle of the insulator layer 4 like -- or the whole of the insulator layer 4 -- or mostly, as the whole hides, it should just draw. Direct writing may be carried out to the portion in which the insulator layer 4 is not formed if needed.

[0025]After drawing a pattern, if it is made to heat and dry, a solvent will be removed, and a silane coupling agent sticks firmly and selectively by the reaction of the silanol group and the surface-water-of-aggregate acid radical of forming-membranes subject 1 grade.

[0026]Subsequently, surface activity-ized processing of the stuck silane coupling agent is performed. That is, first, the subject 1 for membranes to be formed is immersed in the mixed solution of a stannous chloride and chloride, and the chloro complex ion of tin is fixed on the surface of a silane coupling agent. If immersed in after rinsing (for example, a palladium chloride solution), metal palladium colloid deposits on the surface.

[0027]If immersed after rinsing and during a chemical-plating bath, the above-mentioned metal palladium colloid will serve as a catalyst site, and the metal membrane 5 will be formed selectively. Like this embodiment, in the portion which drew the silane coupling agent solution from on said insulator layer 4, as the insulator layer 4 is straddled, the metal membrane 5 is formed in three dimensions. As metal which constitutes this metal membrane 5, nickel, cobalt, copper, gold, platinum, etc. are mentioned, for example.

[0028]In this embodiment, after forming the insulator layer 4 selectively, form the metal membrane 5 selectively, but. Not the thing limited to this but the process of forming the insulator layer 4 selectively, and the process of forming the metal membrane 5 selectively can be performed in proper combination and order according to the purpose. What is necessary is just to make it a part of insulator layer 4, metal membrane 5, and insulator layer 4 comrades or metal membrane 5 comrades mutual at least lap like this embodiment here, in forming three-dimensional device structure with the insulator layer 4 and the metal membrane 5. When forming the metal membrane 5 or the insulator layer 4 in the portion which forms neither the insulator layer 4 nor the metal membrane 5, correcting work can also be directly performed to the defective part of a device, etc. These insulator layers 4 and the metal membrane 5 need to touch the forming face 1a by neither of the cases.

[0029]Thus, since the insulator layer 4 and the metal membrane 5 can be selectively formed only by using an insulator solution and a silane coupling agent solution, and drawing, post-processing, etc. carrying out each pattern in ink-jet printer 2 grade, There is an advantage that three-dimensional device structure can be formed efficiently and with high precision. Even when the forming face 1a has the shape [ three-dimensional for example, ] where the internal surface of a shell or a box, etc. became intricate etc., by position controls, such as the injector 3 of the ink-jet printer 2, and a probe, there is an advantage that formation of three-dimensional device structure is possible.

[0030]Here, if etching etc. remove only the insulator layer 4 as shown in drawing 4 and drawing 5, the portion in which the insulator layer 4 existed can make the prescribed range of the metal membrane 5 the bridge construction used as a cave, etc. Therefore, there is an advantage that the basic process in manufacture of a micromachine, etc. can be performed easily.

[0031]Removal by etching etc. can be performed in the specified stage story after [ which forms proper three-dimensional device structure ] middle or forming, and only the metal membrane 5 may be removed. If the construction material which constitutes the insulator layer 4 and the metal membrane 5 is changed suitably and the selectivity to etching, etc. are given, only the specific insulator layer 4 and the metal membrane 5 are also removable.

[0032]Also in the case where the forming face 1a comprises a semiconductor, for example, the subject 1 for membranes to be formed is a semiconductor substrate etc., Said dopant can be selectively diffused in a semiconductor by drawing and heating the semiconductor high concentration dispersing-agent solution which contains a dopant in the forming face 1a like the above on a specified stage story by a desired pattern. In this case, not using a photolithography can also perform alternative doping efficiently, and there is an advantage that various devices etc. can be manufactured combining formation of three-dimensional device structure like previous statement.

[0033]As said dopant, N type dopants, such as Lynn, arsenic, antimony, etc. besides p-type dopants, such as boron, gallium, aluminum, and indium, are mentioned, for example.

[0034]The others whose above-mentioned alternative doping is a semiconductor substrate etc. in which the pattern is not formed, for example, It can carry out also to predetermined regions, such as a semiconductor substrate in which three-dimensional device structure is already formed, or a semiconductor substrate in which the proper pattern is already formed using the conventional photolithography, by the method as stated above. The subject 1 in which the forming face 1a comprises a semiconductor for membranes to be formed is not limited to a semiconductor substrate, and various kinds of devices, such as semiconductor membrane formed in the proper substrate etc., for example, can be used for it.

[0035]Since in the forming face 1a the forming face 1a can use the various subjects 1 for



membranes to be formed in addition to a superficial substrate etc. when three-dimensional, there is an advantage that flexibility is high.

[0036]As shown in drawing 6 and drawing 7, the formation method of the three-dimensional device structure concerning a 2nd embodiment, In a 1st embodiment, said insulator layer 4 is formed for example, in the shape of a square by plane view, and said metal membrane 5 is formed as this insulator layer 4 whole is covered, and two or more etching pits 6 are formed for the insulator layer 4 in a wrap portion from the upper part.

[0037]That is, the insulator layer 4 is exposed only in the etching pit 6. In order to form this etching pit 6, if a silane coupling agent solution is not drawn into the portion of the etching pit 6, in the process of forming the metal membrane 5 as stated above selectively, it is good.

[0038]If etching etc. are performed in this state, as shown in drawing 8, only the lower part of the etching pit 6 will be removed among the insulator layers 4. Etching of such a part can be performed also to the metal membrane 5 of the three-dimensional device structure formed suitably.

[0039]Thus, the insulator layer 4 and the metal membrane 5 can remove the all or part on a specified stage story by etching etc. according to the formed three-dimensional device structure. Therefore, there is an advantage that various devices etc. can be manufactured.

[0040]

[Example]Next, although an example explains still in detail, this invention is not limited to this example.

[0041]As a subject for membranes to be formed, the 100-micrometer-thick transparent plastic sheet (an OHP sheet, 1,010 million-company make, trade name "WT-OHP100") was used. As a drawing means, the commercial ink-jet printer (the SEIKO EPSON company make, trade names "PM600C", resolution 720dpi) was used.

[0042]First, original drawing of the pattern of an insulator layer and a metal membrane was created by CAD, respectively. That is, original drawing of the pattern of an insulator layer was made into the line segment of minimum line width, and original drawing of the pattern of a metal membrane was made into the line segment of the minimum line width which intersects an insulator layer and a right angle.

[0043]In an insulator solution, it is a photoresist solution of a positive type. [FUJIYAKUHIN industrial company make, trade names "FPPR7010", and viscosity 10cp (20 \*\*)] were used. Filled up the ink tank of the ink-jet printer with this insulator solution, the suitable paper was made to print, and the insulator solution fully washed the line to an injector. Then, the insulator solution was drawn with the personal computer which connected an ink-jet printer and this based on original drawing of the pattern of an insulator layer to the transparent plastic sheet. Subsequently, the insulator layer was selectively formed by heating and drying a transparent plastic sheet on the hot plate held at 150 \*\*.



[0044]As a silane coupling agent, gamma-aminopropyl triethoxysilane (the Shin-Etsu Chemical Co., Ltd. make, trade name "KBE90") was used. The ethylene glycol solution which contained this silane coupling agent 0.3% of the weight The ink tank different from the above was filled up with [viscosity 34cp (20 \*\*)], and the ink-jet printer was equipped with this. Subsequently, like the above, the suitable paper was made to print and the silane coupling agent solution fully washed the line to an injector. Then, the silane coupling agent solution was drawn with the personal computer and the ink-jet printer based on original drawing of the pattern of a metal membrane to the transparent plastic sheet in which the insulator layer was formed.

[0045]Subsequently, after heating and drying a transparent plastic sheet on the hot plate held at 150 \*\*, it was immersed in the surface activity-ized treating solution (Japanese ore metal plating company make, trade name "CG-535A") of 30 \*\* of solution temperature for 3 minutes.

[0046]After rinsing, after being immersed in sulfuric acid solution 10%, it rinsed further. Then, it was immersed in the chemical-plating liquid (Japanese ore metal plating company make, trade name "NIKOMUN") of nickel for 5 minutes at 90 \*\*.

[0047]After rinsing and desiccation, when observed with the optical microscope, as the insulator layer was straddled, the metal membrane of nickel was formed on the transparent plastic sheet. Each of insulator layers and metal membranes was 230 micrometers in width, and 2 micrometers in thickness. it is based on a cellophane tape -- it tore off and the metal membrane did not exfoliate in the test.

[0048]Next, among acetone, subsequently to the inside of ethanol, it was immersed for 5 minutes at a time at ordinary temperature, respectively, and only the insulator layer was dissolved and the above-mentioned transparent plastic sheet was removed. After rinsing and desiccation, when observed with the optical microscope, bridge construction was formed in the portion in which the insulator layer of the metal membrane existed.

[0049]

[Effect of the Invention]As mentioned above, in the invention of claim 1, an insulator solution and a silane coupling agent solution are used, and an insulator layer and a metal membrane can be selectively formed only by drawing, post-processing, etc. carrying out each pattern with an ink-jet printer etc.

Therefore, there is an advantage that three-dimensional device structure can be formed efficiently and with high precision.

Therefore, a cost cut can be aimed at. By position controls, such as an injector of an ink-jet printer, and a probe, even when the forming face of a subject for membranes to be formed is three-dimensional, there is an advantage that formation of three-dimensional device structure is possible.

[0050]In the invention of claim 2, a specified stage story removes at least some of said insulator layers or metal membranes.

Therefore, the basic process in manufacture of a micromachine, etc. can be performed easily, and there is an advantage that various devices etc. can be manufactured.

[0051]In the invention of claim 3, when the forming face in which said insulator layer and a metal membrane are formed draws and heats the semiconductor high concentration dispersing-agent solution which contains a dopant on a specified stage story by a desired pattern to the subject constituted with the semiconductor for membranes to be formed, said dopant is selectively diffused in a semiconductor.

Therefore, not using a photolithography can also perform alternative doping efficiently, and there is an advantage that various devices etc. can be manufactured combining formation of three-dimensional device structure like previous statement.

[0052]The forming face in which the insulator layer and metal membrane of said subject for membranes to be formed are formed in the invention of claim 4 is three-dimensional.

Therefore, various subjects for membranes to be formed can be used in addition to a substrate with a superficial forming face, etc., therefore there is an advantage that flexibility is high.

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-204479

(P2000-204479A)

(43) 公開日 平成12年7月25日 (2000.7.25)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テマコード\* (参考)

C 2 3 C 18/18

C 2 3 C 18/18

4 K 0 2 2

H 0 1 L 21/288

H 0 1 L 21/288

Z 4 M 1 0 4

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号

特願平11-7503

(22) 出願日

平成11年1月14日 (1999.1.14)

(71) 出願人

593006630

学校法人立命館

京都府京都市北区等持院北町56番地の1

(72) 発明者

小西 聡

滋賀県草津市野路東1-1-1 立命館大

学 びわこ・くさつキャンパス 理工学部

内

(74) 代理人

100080182

弁理士 渡辺 三彦

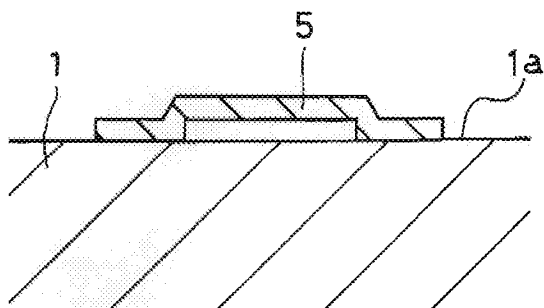
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 3次元デバイス構造の形成方法

(57) 【要約】

【課題】 3次元デバイス構造を、被成膜対象物に効率良く形成できると共に、被形成面が立体的である場合でも形成できる3次元デバイス構造の形成方法を提供する。

【解決手段】 被成膜対象物1に対し、絶縁体溶液を所望のパターンで描画し、加熱、乾燥させることにより絶縁膜4を選択的に形成する工程と、シランカップリング剤溶液を所望のパターンで描画し、加熱、乾燥させ、表面活性化処理し、化学メッキすることにより金属膜5を選択的に形成する工程とを所定の組合せ及び順序で実行する。所定段階で前記絶縁膜4又は金属膜5の少なくとも一部を除去する。



1 被成膜対象物

1 a 被形成面

5 金属膜

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 被成膜対象物に対し、絶縁体溶液を所望のパターンで描画し、加熱、乾燥させることにより絶縁膜を選択的に形成する工程と、シランカップリング剤溶液を所望のパターンで描画し、加熱、乾燥させ、表面活性化処理し、化学メッキすることにより金属膜を選択的に形成する工程とを所定の組合せ及び順序で実行することを特徴とする3次元デバイス構造の形成方法。

【請求項2】 所定段階で前記絶縁膜又は金属膜の少なくとも一部を除去することを特徴とする請求項1又は2記載の3次元デバイス構造の形成方法。

【請求項3】 前記絶縁膜及び金属膜が形成される被形成面が半導体で構成された被成膜対象物に対し、所定段階でドーパントを含む半導体高濃度拡散剤溶液を所望のパターンで描画し、加熱することによって、前記ドーパントを半導体中に選択的に拡散させることを特徴とする請求項1又は2記載の3次元デバイス構造の形成方法。

【請求項4】 前記被成膜対象物の絶縁膜及び金属膜が形成される被形成面が立体的であることを特徴とする請求項1乃至3のいずれか記載の3次元デバイス構造の形成方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、例えば半導体基板等の被成膜対象物に3次元のデバイス構造を形成する3次元デバイス構造の形成方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年のデバイス技術のめざましい発展は、情報化社会を支える電子機器開発の原動力となっている。このようなデバイスの実装段階で重要な役割を果たす配線又は電極等のパターン形成には、従来からフォトリソグラフィ（写真食刻法）が利用されることが多い。

【0003】このフォトリソグラフィを利用して例えば半導体基板等の被成膜対象物に金属膜のパターンを形成する場合、(1) スパッタリング法や真空蒸着法等によって被成膜対象物の被形成面全体に金属膜を形成する工程と、(2) スピンコーティング法等によって金属膜の面全体にフォトレジストを形成する工程と、(3) フォトレジストにフォトマスクを通して紫外線を露光させた後、現像する工程と、(4) エッチングによって金属膜のパターンを形成した後、残ったフォトレジストを除去する工程とが順次実行される。

【0004】また、絶縁膜のパターンを形成する場合にも、上記とほぼ同様の工程が順次実行される。

【0005】このように、絶縁膜と金属膜とで被成膜対象物に3次元のパターンを形成する場合には、絶縁膜のパターン形成と金属膜のパターン形成のそれぞれについて上記のようなフォトリソグラフィが利用されることが多い。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、フォトリソグラフィを絶縁膜と金属膜のパターン形成にそれぞれ利用していたのでは、工程が複雑で製造コストが高いという問題点がある。

【0007】また、フォトリソグラフィの利用は、被成膜対象物の絶縁膜及び金属膜が形成される被形成面が平面又はほぼ平面の平面的である場合に限られ、被形成面が立体的、例えば管体や箱体の内壁面等の入り組んだ形状等を有する場合には、パターン形成が不可能であるという問題点がある。

【0008】この発明は、以上のような問題点に鑑みてなされたものであり、3次元デバイス構造を、被成膜対象物に効率良く形成できると共に、被形成面が立体的である場合でも形成できる3次元デバイス構造の形成方法を提供することを目的とする。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するための手段とするところは、第1に、被成膜対象物に対し、絶縁体溶液を所望のパターンで描画し、加熱、乾燥させることにより絶縁膜を選択的に形成する工程と、シランカップリング剤溶液を所望のパターンで描画し、加熱、乾燥させ、表面活性化処理し、化学メッキすることにより金属膜を選択的に形成する工程とを所定の組合せ及び順序で実行することにある。

【0010】第2に、所定段階で前記絶縁膜又は金属膜の少なくとも一部を除去することにある。

【0011】第3に、前記絶縁膜及び金属膜が形成される被形成面が半導体で構成された被成膜対象物に対し、所定段階でドーパントを含む半導体高濃度拡散剤溶液を所望のパターンで描画し、加熱することによって、前記ドーパントを半導体中に選択的に拡散させることにある。

【0012】第4に、前記被成膜対象物の絶縁膜及び金属膜が形成される被形成面が立体的であることにある。

## 【0013】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施形態を図面に基いて説明する。なお、図1は、第1及び第2実施形態で用いるマイクロプリンティングプロセスの一例の概念図である。図1中の1は被成膜対象物、2はインクジェットプリンタ、3はインジェクタである。

【0014】図2及び図3に示すように、第1実施形態に係る3次元デバイス構造の形成方法は、例えば、図1に示すマイクロプリンティングプロセスを用い、被成膜対象物1の被形成面1aに、絶縁体溶液をインクジェットプリンタ2等の適宜の描画手段により所望のパターンで描画し、加熱、乾燥させることにより絶縁膜4を選択的に形成した後、該絶縁膜4の上からこの絶縁膜4をまたぐようにしてシランカップリング剤溶液を描画手段により所望のパターンで描画し、加熱、乾燥させ、表面活

性化処理し、化学メッキすることにより金属膜5を選択的且つ前記絶縁膜4をまたぐように形成するものである。

【0015】即ち、まず、被成膜対象物1の被形成面1aに絶縁体溶液を描画手段により所望のパターンで描画する。

【0016】前記被成膜対象物1としては、例えば、既に電極又は配線等の適宜のパターンが形成されているデバイスの他、パターンが形成されていないデバイスや、あるいは前記絶縁膜4及び金属膜5等のパターンを形成することによりデバイスとなるもの等が挙げられる。

【0017】前記デバイスとしては、例えば、電子デバイス、機械デバイス、電子機械（メカトロ）デバイス等が挙げられる。

【0018】前記電子デバイスとしては、例えば、シリコン、ゲルマニウム、ガリウムヒ素等からなる半導体基板、ガラス、アルミナ、陶器等からなるセラミック基板、フレキシブル基板等のプラスチック基板等を含む各種の硬質、半硬質、又は柔軟な基板等が挙げられる。

【0019】前記機械デバイス又は電子機械デバイスとしては、例えば、圧力センサ、マイクロフォン、加速度センサ、ジャイロ等の半導体センサや電気的スイッチ、あるいは光センサ、光学スイッチ、光学ミラー等の光学デバイス、弁、ポンプ、攪拌装置、流量計等の流体デバイス、バイオセンサ、細胞マニピュレーションデバイス、神経刺激デバイス等のバイオデバイス等が挙げられる。

【0020】前記絶縁体としては、例えば、フォトレジストやポリイミド等の合成樹脂、ガラス、シリカ、窒化ケイ素等のセラミックス等が挙げられる。なお、この絶縁体の溶液は、適宜の溶剤により描画後のパターンが崩れない程度の粘度に調整しておけばよい。

【0021】前記描画手段としては、インクジェットプリンタ2の他、例えば位置制御されたプロップ等が挙げられる。描画に際しては、あらかじめCAD（Computer Aided Design）等でパターンをの原画を作成しておき、このパターンを、コンピュータ等に接続したインクジェットプリンタ2又はコンピュータ等で制御されたプロップ等により被成膜対象物1の被形成面1aに描画すればよい。

【0022】パターンを描画した後、加熱、乾燥させれば、溶剤が除去されて絶縁膜4が選択的に形成される。ここで、ネガ型のフォトレジストを使用している場合には、必要に応じて更に紫外線を露光させてもよい。

【0023】次に、上記と同様にしてシランカップリング剤溶液を所望のパターンで描画する。この場合も、シランカップリング剤溶液の粘度は、描画後のパターンが崩れない程度に調整しておけばよい。なお、このシランカップリング剤としては、アミノ系のものが好適であるが、他のシランカップリング剤を使用してもよい。

【0024】ここで、前記絶縁膜4を利用して3次元のデバイス構造を形成するには、絶縁膜4の上からこの絶縁膜4をまたぐ又は覆うように、即ち、絶縁膜4の長手方向と所定角度で交差するか、又は絶縁膜4の全体若しくはほぼ全体が隠れるようにして描画すればよい。また、必要に応じて、絶縁膜4が形成されていない部分に直接描画してもよい。

【0025】パターンを描画した後、加熱、乾燥させれば、溶剤が除去されると共に、シランカップリング剤がそのシラノール基と被成膜対象物1等の表面水酸基との反応により強固且つ選択的に密着する。

【0026】次いで、密着したシランカップリング剤の表面活性化処理を行う。即ち、まず、被成膜対象物1を例えば塩化第1スズと塩酸の混合溶液に浸漬し、シランカップリング剤の表面にスズのクロロ錯イオンを固定化する。水洗後、例えば塩化パラジウム溶液に浸漬すれば、金属パラジウムコロイドが表面に析出する。

【0027】更に、水洗後、化学メッキ浴中に浸漬すれば、上記の金属パラジウムコロイドが触媒サイトとなって金属膜5が選択的に形成される。この実施形態のように、前記絶縁膜4の上からシランカップリング剤溶液を描画した部分においては、絶縁膜4をまたぐようにして金属膜5が3次元的に形成される。この金属膜5を構成する金属としては、例えば、ニッケル、コバルト、銅、金、白金等が挙げられる。

【0028】なお、この実施形態においては、絶縁膜4を選択的に形成した後で金属膜5を選択的に形成しているが、これに限定されるものではなく、絶縁膜4を選択的に形成する工程と、金属膜5を選択的に形成する工程とは、目的に応じて適宜の組合せ及び順序で実行することができる。ここで、この実施形態のように、絶縁膜4と金属膜5とで3次元デバイス構造を形成する場合には、絶縁膜4と金属膜5、絶縁膜4同士、又は金属膜5同士の少なくとも互いの一部が重なるようにすればよい。また、絶縁膜4や金属膜5を形成していない部分に金属膜5又は絶縁膜4を形成する場合には、デバイスの欠陥部位等に対して直接修正作業を行うこともできる。更に、いずれの場合でも、これら絶縁膜4や金属膜5は被形成面1aに接触していなくてもよい。

【0029】このように、絶縁体溶液とシランカップリング剤溶液とを使用し、それぞれのパターンをインクジェットプリンタ2等で描画及び後処理等するだけで絶縁膜4と金属膜5とを選択的に形成できるので、3次元のデバイス構造を効率良く、しかも高精度に形成できるという利点がある。また、インクジェットプリンタ2のインジェクタ3やプロップ等の位置制御により、被形成面1aが立体的、例えば管体や箱体の内壁面等の入り組んだ形状等を有する場合でも、3次元デバイス構造の形成が可能であるという利点がある。

【0030】ここで、図4及び図5に示すように、エッ

チング等により絶縁膜4のみを除去すれば、金属膜5の所定範囲を、絶縁膜4の存在していた部分が空洞となったブリッジ構造等にすることができる。そのため、マイクロマシンの製造等における基本プロセスを簡単に行えるという利点がある。

【0031】なお、エッチング等による除去は、適宜の3次元デバイス構造を形成する途中又は形成した後の所定段階において行うことができ、また金属膜5のみを除去してもよい。更に、絶縁膜4や金属膜5を構成する材質を適宜に変えておき、エッチングに対する選択性等を付与しておけば、特定の絶縁膜4や金属膜5のみを除去することもできる。

【0032】また、被形成面1aが半導体で構成されている、例えば被成膜対象物1が半導体基板等である場合においても、所定段階で上記と同様にして被形成面1aにドーパントを含む半導体高濃度拡散剤溶液を所望のパターンで描画し、加熱することによって、前記ドーパントを半導体中に選択的に拡散させることができる。この場合には、フォトリソグラフィを利用しないでも選択的ドーピングを効率良く行えると共に、既述のような3次元デバイス構造の形成と組み合わせで多様なデバイス等を製造できるという利点がある。

【0033】なお、前記ドーパントとしては、例えば、ホウ素、ガリウム、アルミニウム、インジウム等のP型ドーパントの他、リン、ヒ素、アンチモン等のN型ドーパントが挙げられる。

【0034】また、上記の選択的ドーピングは、例えばパターンが形成されていない半導体基板等の他、既述の方法で既に3次元のデバイス構造が形成されている半導体基板や、あるいは従来のフォトリソグラフィを利用して既に適宜のパターンが形成されている半導体基板等の所定部位に対しても行うことができる。なお、被形成面1aが半導体で構成されている被成膜対象物1は、半導体基板に限定されるものではなく、例えば適宜の基板等に形成された半導体薄膜等、各種のデバイス等が使用できる。

【0035】更に、被形成面1aが立体的である場合には、被形成面1aが平面的である基板等以外に種々の被成膜対象物1を使用できるので、自由度が高いという利点がある。

【0036】図6及び図7に示すように、第2実施形態に係る3次元デバイス構造の形成方法は、第1実施形態において、前記絶縁膜4を平面視で例えば正方形状に形成すると共に、前記金属膜5をこの絶縁膜4全体を覆うようにして形成し且つ絶縁膜4を上方から覆う部分に複数のエッチング孔6を設けるものである。

【0037】即ち、絶縁膜4は、エッチング孔6においてのみ露出している。なお、このエッチング孔6を設けるには、既述の金属膜5を選択的に形成する工程において、エッチング孔6の部分にシランカップリング剤溶液

を描画しなければよい。

【0038】この状態でエッチング等を行えば、図8に示すように、絶縁膜4のうち、エッチング孔6の下方部分のみが除去される。なお、このような一部のエッチング等は、適宜に形成した3次元デバイス構造の金属膜5に対しても行うことができる。

【0039】このように、絶縁膜4や金属膜5は、形成した3次元デバイス構造に依り、エッチング等によりその全部又は一部を所定段階で除去することができる。そのため、多様なデバイス等を製造できるという利点がある。

【0040】

【実施例】次に、実施例により更に詳細に説明するが、この発明はかかる実施例に限定されるものではない。

【0041】被成膜対象物としては、厚さ100 $\mu$ mの透明プラスチックシート（OHPシート、十千万社製、商品名「WT-OHP100」）を使用した。描画手段としては、市販のインクジェットプリンタ（セイコーエプソン社製、商品名「PM600C」、解像度720dpi）を使用した。

【0042】まず、CADにより絶縁膜と金属膜のパターンの原図をそれぞれ作成した。即ち、絶縁膜のパターンの原図を最小線幅の線分とし、金属膜のパターンの原図を、絶縁膜と直角に交差する最小線幅の線分とした。

【0043】絶縁体溶液には、ポジ型のフォトレジスト溶液（富士薬品工業社製、商品名「FPPR7010」、粘度10cp（20℃））を使用した。この絶縁体溶液をインクジェットプリンタのインクタンクに充填し、適当な用紙に印刷させてインジェクタまでのラインを絶縁体溶液で十分に洗浄した。その後、インクジェットプリンタ及びこれを接続したパーソナルコンピュータにより、透明プラスチックシートに絶縁体溶液を絶縁膜のパターンの原図に基づいて描画した。次いで、透明プラスチックシートを150℃に保持したホットプレート上で加熱、乾燥させることにより、絶縁膜を選択的に形成した。

【0044】シランカップリング剤としては、 $\gamma$ -アミノプロピルトリエトキシシラン（信越化学工業社製、商品名「KBE90」）を使用した。このシランカップリング剤を0.3重量%含んだエチレングリコール溶液（粘度34cp（20℃））を上記とは別のインクタンクに充填し、これをインクジェットプリンタに装着した。次いで、上記と同様、適当な用紙に印刷させてインジェクタまでのラインをシランカップリング剤溶液で十分に洗浄した。その後、パーソナルコンピュータ及びインクジェットプリンタにより、絶縁膜を形成した透明プラスチックシートにシランカップリング剤溶液を金属膜のパターンの原図に基づいて描画した。

【0045】次いで、透明プラスチックシートを150℃に保持したホットプレート上で加熱、乾燥させた後、



液温30℃の表面活性化処理液(日鉱メタルプレーティング社製、商品名「CG-535A」)に3分間浸漬した。

【0046】水洗後、10%硫酸水溶液に浸漬してから更に水洗した。その後、ニッケルの化学メッキ液(日鉱メタルプレーティング社製、商品名「ニコムN」)に90℃で5分間浸漬した。

【0047】水洗、乾燥後、光学顕微鏡で観察したところ、透明プラスチックシート上に、絶縁膜をまたぐようにしてニッケルの金属膜が形成されていた。なお、絶縁膜と金属膜は、いずれも幅230μm、厚さ2μmであった。また、セロハンテープによる引き剥がしテストにおいても、金属膜は剥離しなかった。

【0048】次に、上記の透明プラスチックシートをアセトン中、次いでエタノール中に常温でそれぞれ5分間ずつ浸漬し、絶縁膜のみを溶解、除去した。水洗、乾燥後、光学顕微鏡で観察したところ、金属膜の絶縁膜が存在していた部分にブリッジ構造が形成されていた。

【0049】

【発明の効果】以上のように、請求項1の発明によれば、絶縁体溶液とシランカップリング剤溶液とを使用し、それぞれのパターンをインクジェットプリンタ等で描画及び後処理等するだけで絶縁膜と金属膜とを選択的に形成できるので、3次元のデバイス構造を効率良く、しかも高精度に形成できるという利点がある。そのため、コストダウンを図ることができる。また、インクジェットプリンタのインジェクタやアブロープ等の位置制御により、被成膜対象物の被形成面が立体的である場合でも3次元デバイス構造の形成が可能であるという利点がある。

【0050】請求項2の発明によれば、所定段階で前記絶縁膜又は金属膜の少なくとも一部を除去するので、マイクロマシンの製造等における基本プロセスを簡単に行えと共に、多様なデバイス等を製造できるという利点がある。

【0051】請求項3の発明によれば、前記絶縁膜及び金属膜が形成される被形成面が半導体で構成された被成膜対象物に対し、所定段階でドーパントを含む半導体高濃度拡散剤溶液を所望のパターンで描画し、加熱することによって、前記ドーパントを半導体中に選択的に拡散させるので、フォトリソグラフィを利用しなくても選択的ドーピングを効率良く行えと共に、既述のような3次元デバイス構造の形成と組み合わせて多様なデバイス等を製造できるという利点がある。

10 【0052】請求項4の発明によれば、前記被成膜対象物の絶縁膜及び金属膜が形成される被形成面が立体的であるので、被形成面が平面的である基板等以外に種々の被成膜対象物を使用でき、そのため自由度が高いという利点がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1及び第2実施形態に係る3次元デバイス構造の形成方法に用いるマイクロプリンティングプロセスの一例の概念図。

20 【図2】第1実施形態で絶縁膜及び金属膜を形成した被成膜対象物の要部拡大平面図。

【図3】図2の一部省略縦断面図。

【図4】絶縁膜の全部を除去した後の状態を示す要部拡大平面図。

【図5】図4の一部省略縦断面図。

【図6】第2実施形態で絶縁膜及び金属膜を形成した被成膜対象物の要部拡大平面図。

【図7】図6の一部省略縦断面図。

【図8】エッチング孔から絶縁膜の一部を除去した後の状態を示す一部省略縦断面図。

30 【符号の説明】

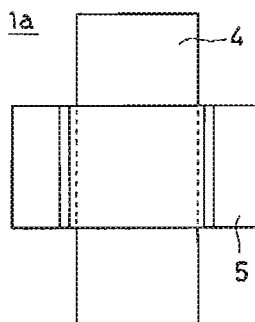
1 被成膜対象物

1a 被形成面

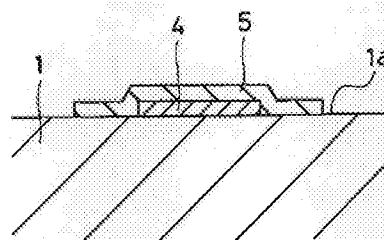
4 絶縁膜

5 金属膜

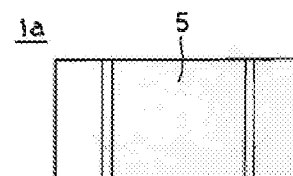
【図2】



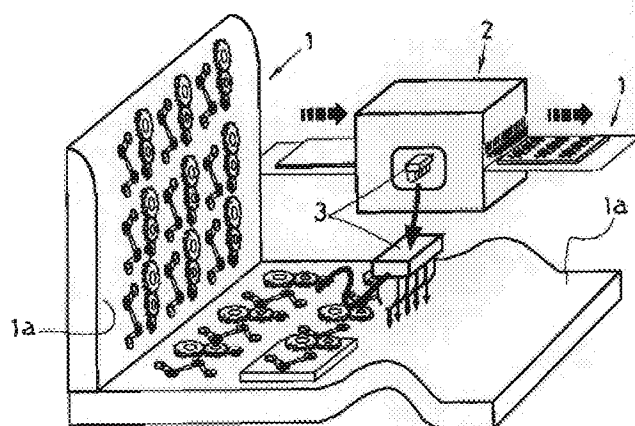
【図3】



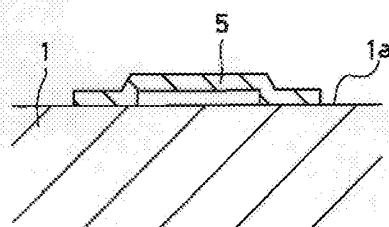
【図4】



【図1】

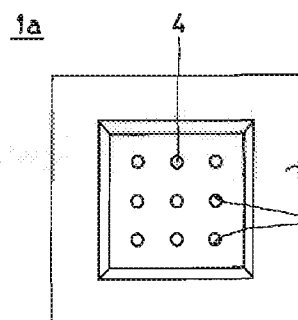


【図5】

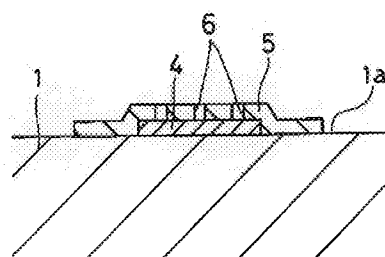


1 被成膜対象物  
1a 被形成面  
5 金属膜

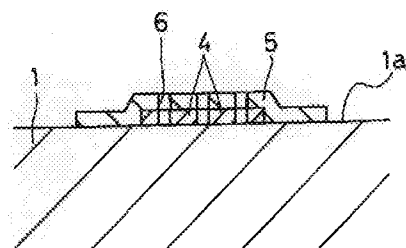
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4K022 AA03 AA04 AA05 AA13 AA32  
AA11 BA01 BA06 BA08 BA14  
BA18 BA35 CA04 CA06 CA08  
CA26 DA01  
4M104 BB04 BB05 BB06 BB09 BB13  
DD53 EE02 EE18 FF06